

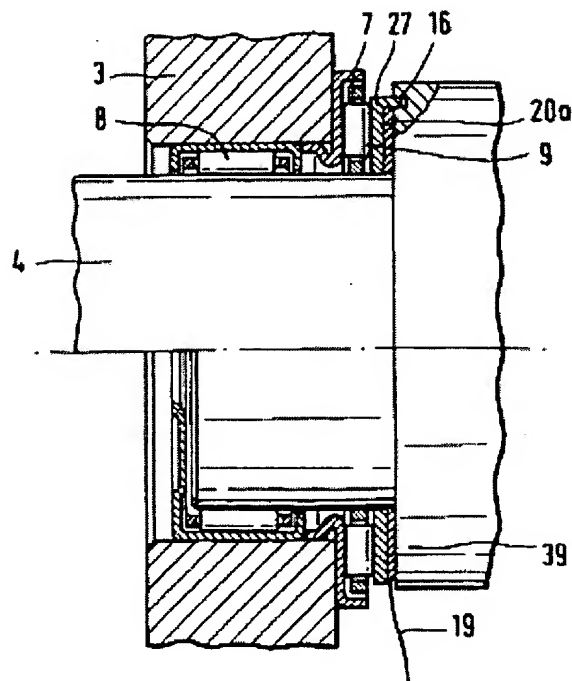
Radial or axial bearing with force measurement - connects bearing ring directly, or roller bearing indirectly via intermediate member, with force measuring film sensor.

Patent number: DE4218949
Publication date: 1993-12-16
Inventor: RICHTER UWE DIPL ING (DE); TENBERGE PETER DR ING DR (DE); ENGELMANN JOACHIM DIPL ING (DE)
Applicant: SCHAEFFLER WAEHLZLAGER KG (DE)
Classification:
- **international:** G01D5/16; G01L5/00; G01D5/12; G01L5/00; (IPC1-7): G01L5/00; G01D1/00; G01D5/00; G01L1/22
- **european:** G01D5/16; G01L5/00C
Application number: DE19924218949 19920610
Priority number(s): DE19924218949 19920610

[Report a data error here](#)

Abstract of DE4218949

An axial or radial bearing has at least one bearing ring which guides rollers and contains a force measurement device. The bearing ring is directly connected, or the roller bearing indirectly connected via an intermediate element, to a sensor element. The sensor element is a force measurement foil capable of detecting all types of force loading. The force measurement foil has two polymer layers, one with electrodes and the other with a resistance attached. The sensor element (10a, 10b) can be set into an inner (13) or an outer (14) ring. **USE/ADVANTAGE** - For use in machines or during manufacture of cables, wires and paper to ensure constant tension and hence quality. Bearing is cheap to make, suitable for mass production, easy to use and enables accurate measurement.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 42 18 949 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
G 01 L 5/00
G 01 L 1/22
G 01 D 1/00
G 01 D 5/00

②1 Aktenzeichen: P 42 18 949.7
②2 Anmeldetag: 10. 6. 92
④3 Offenlegungstag: 16. 12. 93

DE 42 18 949 A 1

⑦1 Anmelder:
INA Wälzlager Schaeffler KG, 91074
Herzogenaurach, DE

⑦2 Erfinder:
Richter, Uwe, Dipl.-Ing., 8522 Herzogenaurach, DE;
Tenberge, Peter, Dr.-Ing. Dr., 8510 Fürth, DE;
Engelmann, Joachim, Dipl.-Ing., 8522
Herzogenaurach, DE

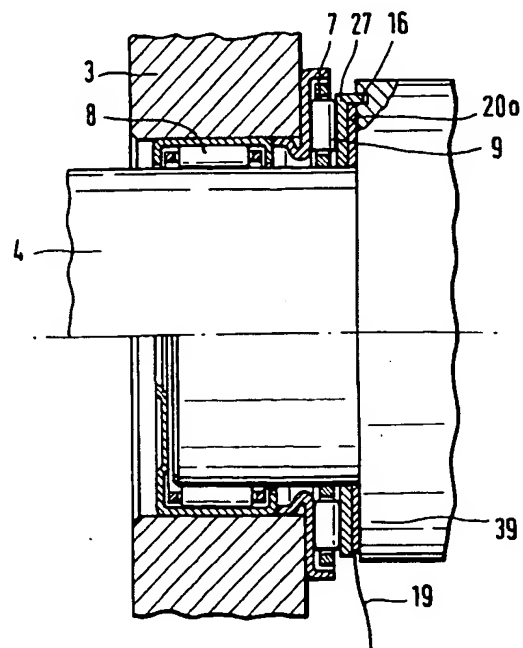
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 40 06 546 A1
DE 34 46 248 A1
DE 27 46 937 A1
DE-GM 71 06 270
SU 4 56 993
SU 4 31 409

KOLITSCH, Heinz Jörg: Wälzlagerüberwachung mit
Hilfe der Beanspruchungsanalyse. In: VDI-Z.
Bd.1271985, Nr.18, Sept.(11), S.741-745;

⑤4 Kraftmeßlager

⑤7 Wälzlager, die mit einer Kraftmeßeinrichtung versehen sind, finden Anwendung bei Lagerungen, deren Lagerkräfte beispielsweise als Indikator für die Auslastung der mit der Lagerung in Verbindung stehenden Bauelemente dienen. Dazu sind Dehnungsmeßstreifen bekannt, die zur Kraftbestimmung eine exakte Anbringung erfordern und damit einen hohen Montageaufwand bewirken. Aufgabe der Erfindung ist es, eine einfach einsetzbare, kostengünstige Kraftmeßeinrichtung an Wälzlagern zu schaffen. Der Erfindungsgedanke sieht dazu ein Sensorelement vor, das als Kraftmeßfolie aufgebaut ist.



DE 42 18 949 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Wälzlager, das mit einer Kraftmeßeinrichtung versehen ist, insbesondere nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Anwendungsfälle für Kraftmeßlager sind z. B. Maschinen zur Herstellung und Weiterverarbeitung von Drähten, Seilen, Papier- oder Gewebefolien, bei denen zur Sicherung einer gleichbleibenden Qualität eine konstante Spannung über die mit Wälzlager versehenen Walzen erreicht werden muß.

Weiter werden Kraftmeßlager in der Kraftfahrzeugtechnik eingesetzt, z. B. zur Bestimmung von Lastzuständen in Kraftübertragungsbauteilen.

Kraftmeßlager finden auch in Werkzeugmaschinen Anwendung, die mit Überwachungssystemen versehen sind, z. B. in Form von Dehnungsmeßstreifen, mit denen verschleißabhängige Kräfte bestimmt werden, über die eine Aussage auf den Verschleißzustand der Werkzeuge erfolgen kann.

Als Kraftmeßlager werden Standardwälzlager bezeichnet, die für Kraftmessungen, z. B. mit Dehnungsmeßstreifen präpariert werden, die insbesondere auf dem Außenring des Wälzlagers in dafür vorgesehene Umlaufnuten geklebt werden. Die funktionsweise beruht darauf, daß durch die im Lager abgestützte Kraft in den Lagerringen Verformungen verursacht werden. Diese übertragen sich auf die Dehnungsmeßstreifen und erzeugen Widerstandsänderungen, die mit einer Brückenschaltung ausgewertet werden. Am laufenden Kraftmeßlager entsteht am Brückenausgang eine Wechselspannung, deren Effektivwert proportional der angreifenden Kraft ist.

Nachteilig sind Dehnungsmeßstreifen nur einsetzbar zur Bestimmung von Auswirkungen von Kräften auf Bauteile, die eine Dehnung, Stauchung oder Torsion bewirken. Eine Messung von Kräften punktuell unter der Laufbahn ist mit Dehnungsmeßstreifen nachteilig nur bei rotierenden Bauteilen möglich. Weiter bedarf die Anbringung von Dehnungsmeßstreifen eine genaue und sorgfältige Handhabung und verursacht damit eine kostenintensive Anbringung.

Aus der DE-OS 27 46 937 ist ein Kraftmeßlager bekannt, bei dem in der Hauptbelastungszone der Lagerringe zwei Dehnungsmeßstreifen in Umfangsrichtung eines der Lagerringe angeordnet sind. Beide Dehnungsmeßstreifen sind zu einer Halbbrücke zusammengeschaltet und bewirken bei Belastung ein doppelt so hohes Ausgangssignal. Dies wird dadurch bewirkt, daß in der Belastungszone des Lagerrings unter einem Wälzkörper eine Materialdehnung und zwischen den Wälzkörpern eine Materialstauchung entsteht. Die bekannte Ausführung ist gedacht für den Einsatz von Wälzlager, die mit einer hohen Drehzahl umlaufen und damit pro Zeiteinheit viele Spannungsamplituden an das mit dem Dehnungsmeßstreifen in Verbindung stehende Meßsystem liefern. Nachteilig bietet dieses bekannte Kraftmeßlager keine Möglichkeit, kurzzeitige Laständerungen exakt zu bestimmen, weil diese wenigen relativ hohen Spitzenwerte stark integriert werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Kraftmeßeinrichtung zu schaffen, die einen geringen Fertigungsaufwand erfordert, eine einfache Handhabung ermöglicht, sich durch eine vielfältige Anwendbarkeit auszeichnet und für einen Großserieneinsatz geeignet ist, eine genaue Messung gewährleistet, kostengünstig einsetzbar ist und vorgegebenen Einbauverhältnissen angepaßt werden kann.

Eine weitere Aufgabenstellung besteht darin, eine mit einem Wälzlager in Verbindung stehende Kraftmeßeinrichtung zu schaffen, in der weitere, die Meßeinrichtung betreffende Bauteile integriert sind.

Diese Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Teilen der Ansprüche 1 und 19 gelöst.

Die erfindungsgemäße Kraftmeßeinrichtung stellt ein als Kraftmeßfolie ausgebildetes Sensorelement dar, das vorteilhaft mit einer Profildicke zwischen 0,02 bis 0,7 mm einsetzbar ist. Die Kraftmeßfolie kann in unterschiedlichen geometrischen Formen gestaltet sein und damit den Einbauverhältnissen angepaßt werden, d. h. die Kraftmeßfolie ist in beliebig ausgebildete Ausnehmungen an Wälzlager oder in mit Wälzlager in Verbindung stehenden bzw. das ganze Lager umschließende Zwischenglieder einsetzbar. Die erfindungsgemäße Kraftmeßeinrichtung ist vorteilhaft mit herkömmlichen Serienwälzlager kombinierbar, wobei diese innerhalb der Wälzlagerkontur, insbesondere in einer Nut, eingebracht werden kann. Die Kraftmeßfolie stellt weiter eine robuste, problemlos einsetzbare, kostengünstige, eine hohe Standzeit aufweisende Kraftmeßeinrichtung dar, die für viele Anwendungsfälle von Wälzlager einsetzbar ist, und die sich insbesondere für den Großserieneinsatz eignet. Damit kann die erfindungsgemäße Kraftmeßfolie bedingt durch den geringen Einbauraum und der Meßgenauigkeit, insbesondere in der KFZ-Technik eingesetzt werden, die einen Bedarf an einfachen, robusten Kraftmeßlagern hat. In vorteilhafter Weise ist die Kraftmeßfolie in Schaltgetrieben einsetzbar zur indirekten Drehmomenterfassung über eine Kraft-Bestimmung an den Lagerungen der Getriebewellen, wodurch beispielsweise eine selbsttätige Schaltung von Automatikgetrieben optimiert werden kann. Mit dem erfindungsgemäßen Sensorelement ist vorteilhaft die durch bzw. über eine Getriebewelle geleitete Leistung wie auch Leistungsänderung bestimmbar.

Vorteilhaft ist die erfindungsgemäße Kraftmeßfolie sowohl zur Erfassung einer statischen als auch einer dynamischen Kraftmessung verwendbar. Die Kraftmeßfolie ist weiter unabhängig von der Einbaulage, d. h. in axialer und in radialer Richtung für eine Kraftmessung einsetzbar, wobei die Kraftbeaufschlagung direkt oder indirekt erfolgen kann. Vorteilhaft ist die Folie so aufgebaut, daß diese keinen weiteren Einbauschutz bedarf, sondern z. B. unmittelbar zwischen zwei kraftbeaufschlagte Bauteile einsetzbar ist.

Die in das erfindungsgemäße Kraftmeßlager integrierte Kraftmeßfolie, die auch als Foliensensor zu bezeichnen ist, besteht aus zwei zusammenlaminieren Polymerlagen, wobei die eine Lage mit kammartig ineinandergreifenden Elektroden beschichtet ist, und auf der anderen Lage ein Widerstandsmaterial aufgebracht ist. Wird der Sensor mit einer Kraft beaufschlagt, so schließt das Widerstandsmaterial die Elektroden mehr oder weniger parallel. Mit zunehmender Druckbelastung nimmt der Widerstand definiert ab. Die druckabhängige Widerstandsänderung kann mit Hilfe einer Auswertelektronik genau bestimmt werden.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die erfindungsgemäße Kraftmeßfolie eine hohe Standzeit aufweist und gegenüber einem Feedback von Ton- bzw. Oberflächenfrequenzen immun ist. Da die Kraftmeßfolie aus zwei zusammenlaminieren Polymerlagen besteht, wobei die mit den Elektroden und den Widerstandsmaterial beschichteten Seiten in der Mitte zusammenliegen, so daß die Kontaktfinger durch das Widerstandsmaterial parallel geschaltet werden, ist die Kraftmeßfolie wirk-

sam geschützt gegenüber Feuchtigkeit und Chemikalien. Weiter ist die Kraftmeßeinrichtung wirksam einsetzbar in einem breiten Temperaturbereich von -30° bis 170°C , der damit dem Temperaturbereich vergleichbar ist, in welchem Wälzlager eingesetzt werden können.

Vorteilhaft ermöglicht das erfindungsgemäße Kraftmeßlager eine Kraftaufteilung, indem die Kraftmeßfolie flächig mit dem Gehäuse, z. B. in einer Nut eingefügt ist, und diese dadurch definiert bzw. kraftbegrenzt beaufschlagt wird. Damit ist eine vorbestimmbare Kraftbegrenzung für die Kraftmeßfolie möglich, bei der z. B. das Gehäuse mit dem größeren Kraftanteil beaufschlagt wird zum Schutz des Sensorelementes vor einer Überbelastung oder Zerstörung.

In einer Ausgestaltung der Erfindung ist das erfindungsgemäße Sensorelement in einem Innenring oder einem Außenring des Wälzlagers eingelassen, wodurch sich vorteilhaft die äußere Kontur des Wälzlagers nicht verändert. Dazu bietet es sich an, eine radiale Nut im Außenring oder Innenring des Wälzlagers einzubringen zur Aufnahme des Sensorelementes oder dieses in eine axiale Ausnehmung des Innen- oder Außenringes des Wälzlagers einzusetzen.

Eine weitere Gestaltungsmöglichkeit der Erfindung sieht vor, das Sensorelement als Axialscheibe auszubilden, beispielsweise als Kreisringscheibe, welche axial zwischen einem Wälzlager und einem Wellen- oder Gehäuseabschnitt einsetzbar ist. Dabei bietet es sich an, die Axialscheibe der Kontur des Wälzlagerinnen- bzw. Außenringes anzupassen.

Alternativ kann dazu erfindungsgemäß ein Sensorelement zur Anwendung kommen, welches hülsenförmig auf den Außenring des Wälzlagers angeordnet oder in die Innenbohrung des Wälzlager-Innenringes eingesetzt ist.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist das Sensorelement in eine Buchse integriert, die den radialen Abstand zwischen dem Außenring des Wälzlagers und einem Gehäuse bzw. dem Innenring und einer Welle überbrückt. Vorteilhaft bieten diese Lösungen die Verwendung eines Serien-Wälzlagers an, ohne eine mechanische Nachbearbeitung eines Lagerringes zur Einbringung des erfindungsgemäßen Sensorelementes.

In einer weiteren Ausgestaltung des Erfindungsgedankens sind die Sensorelemente sektionsweise radial auf den Außenumfang des Wälzlagers oder auf der zur Welle gerichteten Innenseite des Wälzlagers angeordnet. Durch die Einbringung verschiedener Sensorelemente, die mit einer zentralen Auswertelektronik verbunden werden, kann eine genaue fehlerkompensierte Signalerfassung erfolgen verbunden mit einer Vergleichsmöglichkeit zur Bestimmung der Hauptbeanspruchungsrichtung des Wälzlagers. Die Genauigkeit der Kraftmessung kann weiter verbessert werden, indem die Sensorelemente im Wechsel zwischen dem Lagerinnen- und dem Lageraußenring angeordnet sind und dabei gleiche Winkelfenster abgedeckt werden.

Vorteilhafterweise ist das erfindungsgemäße Sensorelement auch in eine Kraftmeßdose einsetzbar, wodurch ein kraftbegrenzter Einbau des Sensorelementes möglich ist, um so dieses vor einer Überbeanspruchung zu sichern. Vorzugsweise ist dazu ein Aufbau vorgesehen, bei dem die Kraftmeßfolie vor äußeren Einflüssen und vor unzulässig hohen Kraftbeaufschlagungen geschützt ist.

Die vielfältigen Variationsmöglichkeiten unterstreichend ist das Sensorelement für die Kraftmessung bei

Verwendung eines als Axialscheibe ausgebildeten Zwischengliedes vorteilhaft, in eine axiale, kreisringförmige Ausnehmung einsetzbar, die durch eine einfache, kostengünstige mechanische Bearbeitung hergestellt werden kann. Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, daß beispielsweise punktuell auf einer Seitenfläche des Zwischengliedes mehrere Sensorelemente angeordnet sind. Diese können verschiedenartig geometrisch ausgebildet und in das Zwischenglied eingefügt sein. Dabei bietet es sich an, die Kraftmeßfolie, das Sensorelement, z. B. kreisringförmig, quadratisch, in einer Rechtecksform, wie auch in einer beliebig anderen Gestaltung auszuführen. Die Erfindung sieht weiter vor, ein oder mehrere Sensorelemente im oder am Zwischenglied anzuordnen. Das Zwischenglied ist vorteilhaft mit einer Drehsicherung versehen zur Vermeidung einer Beschädigung des Sensorelementes und der Verbindungskabel, dabei hat das Verbindungskabel die Aufgabe, zwischen dem Sensorelement und einer Auswertelektronik eine Verbindung zu schaffen.

Ein weiterer Gedanke der Erfindung sieht die Ausbildung eines Zwischengliedes vor, welches zwei Segmenten aufweist, die auf den zueinander gerichteten Seiten mit zumindest einer übereinstimmenden Ausnehmung versehen ist zur Aufnahme eines Sensorelementes, das so wirksam geschützt eingesetzt ist.

Ein aus zwei Segmenten gebildetes Zwischenglied kann weiter ausgestaltet werden durch eine Anordnung, bei der zumindest ein Segment am benachbarten Segment radial geführt ist und ein oder beide zueinander axial verschiebbar sind, wodurch eine auftretende Axialkraft ausschließlich auf das von den Segmenten eingeschlossene Sensorelement übertragen werden kann zur Bestimmung der Axialkraft.

Alternativ sind die Segmente erfindungsgemäß auch so zu gestalten, daß nach Erreichung einer vorgegebenen Axialverschiebung diese zur Anlage kommen und so das eingeschlossene Sensorelement mit einer dosierten bzw. kraftbegrenzten Axialkraft beaufschlagbar ist.

In einer weiteren Ausgestaltung des Zwischengliedes sind die das Sensorelement einschließenden Segmente vorgespannt eingesetzt. Vorteilhaft kann durch diese Vorspannung ein Schalt-Nullweg erreicht werden, wodurch eine schnellere Ansprechzeit des als Kraftmeßfolie ausgebildeten Sensorelementes erreichbar ist. Die so eingesetzte Kraftmeßfolie entbindet den Anwender vorteilhaft davon, bei einem Austausch des Sensorelementes eine Neukalibrierung oder signalkorrigierende Eingriffe vornehmen zu müssen.

Die Miniaturisierung der erfindungsgemäßen Kraftmeßeinrichtung unterstreichend ist weiter ein Sensorelement vorgesehen, das neben einer Meßwerterfassung weiter mit einer Meßwertaufbereitung versehen ist. Vorteilhaft sieht der Erfindungsgedanke vor, das ein Mikroprozessor mit dem Sensorelement eine Einheit bildet, um so für spezielle Einbaufälle von Wälzlager, beispielsweise unmittelbar bei Erreichen oder Überschreiten von Kraft-Grenzwerten eine Sicherheitssteuerung selbsttätig zu aktivieren, oder auf KFZ-Automatgetriebe übertragen, ein selbsttätiges Schalten auslöst.

Zur Meßwertübertragung zwischen den Sensorelement (Kraftmeßfolie) und einer Auswertelektronik dienen Verbindungskabel mit geringen Leitungsquerschnitten, die vorteilhaft durch geringe Ausnehmungen bzw. Bohrungen geführt werden können und so eine wenig Bauraum beanspruchende, geschützte Leitungsverlegung möglich ist.

Bei Verwendung eines rotierenden Sensorelementes ist weiter erfindungsgemäß ein Schleifkontakt vorgesehen, über den eine Signalübertragung von der Kraftmeßfolie zur Meßwertaufbereitung erfolgen kann.

Erfindungsgemäß ist weiter eine berührungslose Übertragung der vom Sensorelement ausgelösten Signale vorgesehen, sowohl für rotierend als auch für lagefixiert angeordnete Sensorelemente.

Vorteilhaft kann das Sensorelement, die Kraftmeßfolie, verschiedenartig in eine Nut oder Ausnehmung eingefügt werden, d. h. lose eingelegt oder geklebt werden. Dem Anwender sind damit vielseitige Möglichkeiten gegeben.

Weitere Merkmale der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung sowie der zeichnerischen Darstellung von verschiedenen Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

Fig. 1a bis 5b in einem Halbschnitt ein Radialwälzlager in Verbindung mit unterschiedlich angeordneten bzw. eingesetzter Sensorelementen;

Fig. 1a ein im Lageraußenring eingefügtes die Außenkontur des Lagers nicht überschreitendes Sensorelement;

Fig. 1b ein im Lagerinnenring eingesetztes Sensorelement;

Fig. 2a ein axial im Außenring des Radialwälzlagers integriertes, die Außenkontur nicht überschreitendes Sensorelement;

Fig. 2b ein axial im Innenring eingefügtes Sensorelement;

Fig. 3a ein im Lageraußenring seitlich eingesetztes Sensorelement;

Fig. 3b ein seitlich am Lagerinnenring angesetztes Sensorelement;

Fig. 4a eine das Wälzlager radial umgebende Buchse verbunden mit einem im Lageraußenring eingesetzten Sensorelement;

Fig. 4b eine zwischen dem Lagerinnenring und einer Achse eingebaute Buchse und ein Sensorelement, welches im Lagerinnenring integriert ist;

Fig. 5a ein auf dem Außenring eingesetztes, die axiale Breite des Lagers überdeckendes Sensorelement, welches von einer Buchse umgeben ist;

Fig. 5b ein den radialen Abstand zwischen einer Achse und einem Lagerring überbrückendes Sensorelement;

Fig. 6a ein mit dem Außenring drehbar angeordnetes Sensorelement;

Fig. 6b ein im Unterschied zu Fig. 6a drehstarr angeordnetes Sensorelement zwischen dem Lageraußenring und einem Gehäuse;

Fig. 7 ein als Kraftmeßdose ausgebildetes Zwischenglied, in das ein Sensorelement als Axialscheibe eingefügt ist;

Fig. 8 eine Variante zu dem in Fig. 7 dargestellten Zwischenglied mit einer Kraftbegrenzung;

Fig. 9 in einer vergrößerten Darstellung das Detail "Z" aus Fig. 8;

Fig. 10a ein axial am Zwischenglied angesetztes Sensorelement;

Fig. 10b ein Sensorelement, das axial in einer zur Mitte des Zwischengliedes zeigenden Ausnehmung eingesetzt ist;

Fig. 11a ein Zwischenglied in Form einer Scheibe mit einer örtlichen axialen Ausnehmung;

Fig. 11b eine Variante zu der in 11a gezeigten Sensorelement-Anordnung.

Fig. 12a bis 15b zeigen unterschiedliche Ausführun-

gen von Zwischengliedern, die jeweils aus zwei Segmenten gebildet werden, die mittig ein Sensorelement einschließen;

Fig. 16 eine kombinierte Radial-Axiallagerung, bei der zwischen dem Axiallager und einem Wellenabsatz ein Sensorelement als axiale Scheibe vorgesehen ist;

Fig. 17 eine Lagerung, bei der das Sensorelement zwischen dem Axiallager und dem Gehäuse eingefügt ist;

Fig. 18 eine Lagerung, bei der unterschiedlich zu Fig. 17 ein mit dem Gehäuse drehbares Sensorelement eingesetzt ist;

Fig. 19 ein in der Seitenansicht im Schnitt dargestelltes Radialwälzlager, bei dem innerhalb der Kontur des Lageraußenrings Sensorelemente eingefügt sind;

Fig. 20 eine Variante zur Fig. 19 bei der die Sensorelemente im Lagerinnenring angeordnet sind.

Ein erstes Ausführungsbeispiel (Fig. 1a) zeigt ein Radialwälzlager 8 in Form eines Kugellagers, versehen mit dem Innenring 13 und dem Außenring 14, die über Wälzkörper 9 in Verbindung stehen. Radial im Außenring 14, die Außenkontur nicht überschreitend ist das Sensorelement 10a eingefügt. Eine Signalübertragung der vom Sensorelement 10a erfolgten Meßwertfassung erfolgt über Verbindungskabel 19 zu einer in Fig. 1a nicht dargestellten Meßwertaufbereitung.

Im Unterschied zu Fig. 1a ist in Fig. 1b ein im Innenring des Radiallagers 8 eingesetztes Sensorelement 10b vorgesehen, das ebenfalls über Verbindungskabel 19 verfügt. Die in den Fig. 1a und 1b eingesetzten Sensorelemente 10a, 10b dienen zur Erfassung von Radialkräften, die in bzw. über das Radiallager 8 eingeleitet werden.

Zur Erfassung von Axialkräften dienen die in den Fig. 2a, 2b dargestellten Sensorelemente 10c, 10d, die abweichend voneinander im Außenring 14 oder im Innenring 13 des Radialwälzlagers 8 eingesetzt sind und ebenfalls die äußere Kontur des Radiallagers 8 nicht oder nur unwesentlich überschreitend eingefügt sind.

Die Fig. 3a zeigt ein axial seitlich am Außenring 14 angefügtes Sensorelement 10e, das innerhalb der Kontur des Radiallagers 8 angeordnet ist. Eine Variante dazu stellt Fig. 3b dar, in der das Sensorelement 10f am Innenring 13 ebenfalls axial die gesamte Anlagefläche des Innenrings 13 abdeckend angefügt ist.

Aus der Fig. 4a geht eine Buchse 26 hervor, die einen radialen Abstand zwischen dem Außenring 14 des Radiallagers 8 und dem Gehäuse 3 überbrückt und gleichzeitig das Sensorelement 10g vollständig axial überdeckt.

Fig. 4b zeigt eine zwischen dem Innenring 13 des Radiallagers 8 und der Achse 5 eingesetzte Buchse 25, durch die das Sensorelement 10h eingeschlossen ist. Durch die in den Fig. 4a und 4b dargestellten Lösungen ergibt sich vorteilhaft eine vormontierbare Kraftmeßeinrichtung, bei der das Sensorelement allseitig geschützt montierbar ist.

Aus den Fig. 5a bis 5b ist die Kombination von Serien-Wälzlager in Verbindung mit der erfindungsgemäßen Kraftmeßeinrichtung dargestellt, d. h. die Sensorelemente sind auf den Lagerringen des Radiallagers 8 angebracht, ohne das diese eine mechanische Bearbeitung zur Aufnahme des Sensorelementes aufweisen.

Fig. 5a zeigt ein Sensorelement 10i, das den Außenumfang des Außenrings 14 umschließt und in eine Buchse 26 eingesetzt ist, die gemeinsam den radialen Abstand zwischen dem Außenring 14 und dem Gehäuse 3 überbrücken. In Fig. 5b befindet sich ein Sensorelement 10j

zwischen dem Innenring 13 und der Achse 5, wobei das Sensorelement 10j die gesamte axiale Breite des Innenrings 13 überdeckt.

Ein mit dem Gehäuse 3 und dem Außenring 14 rotierendes Sensorelement 10k zeigt Fig. 6a. Das drehfest zwischen dem Gehäuse 3 und dem Außenring 14 eingebaute Sensorelement 10k ist auf einer Seite des Radiallagers 8 mit einer Abkantung versehen, an der ein Schleifkontakt 21 für die Verbindungskabel 19 vorgesehen ist. Ein drehstarr eingebautes Sensorelement 10l zwischen dem Außenring 14 und dem Gehäuse 3 zeigt dagegen Fig. 6b.

Fig. 7 zeigt das Zwischenglied 18, welches gebildet wird aus den Axialscheiben 34, 35 und einem auf dem radialen Außenumfang beide Axialscheiben verbindenden Bügel 31. Die Axialscheibe 35 ist im Bereich der radialen Innenseite mit einer Überlappung 32 versehen, die in eine Ausnehmung der Axialscheibe 34 greift. Die Axialscheiben 34, 35 weisen auf der zueinander gerichteten Innenseite eine Ausnehmung auf zur Aufnahme des Sensorelementes 20a und bilden somit eine Kraftmeßdose 12.

In Fig. 8 ist das Zwischenglied 24 abgebildet, das ähnlich der Fig. 6 mit Axialscheiben 34, 35 versehen ist, die jeweils wechselseitig eine Überlappung 32, 33 aufweisen, mit der die benachbarte Axialscheibe radial und axial überdeckt wird und gemeinsam verschnappt wird. Auf der mittig zueinander gerichteten Seite der Axialscheiben 34, 35 ist eine Ausnehmung zur Aufnahme des Sensorelementes 20b vorgesehen. Das Zwischenglied 24 ist ebenfalls als Kraftmeßdose 12 ausgelegt, wobei das Sensorelement 20b kraftbegrenzt eingesetzt ist, d. h. nach Überwindung einer Axialverschiebung der Axialscheiben 34, 35, — in Folge eines Kraftaufbaus — die dem Maß des Spaltes 36 entspricht, kommt es zu einer Anlage beider Axialscheiben und damit zu einer begrenzten, stark verringerten weiteren Druckbeaufschlagung des Sensorelementes 20b, bei einem weiteren Druckanstieg, in Abhängigkeit der Werkstoffelastizitäten.

In Fig. 9 ist durch eine vergrößerte Darstellung des Details "Z" die Lage des Spaltes 36 weiter verdeutlicht. Das Sensorelement 20b ist danach so angeordnet, daß dieses zunächst der gesamten Kraftbeaufschlagung ausgesetzt ist. Nach Überwindung des Spaltmaßes 36 kommt es zur Anlage der Axialscheiben 34, 35 und damit zu einer Aufteilung der Kraft, falls diese weiter ansteigt.

Ein seitlich ganzflächig an der Axialscheibe 27 angefügtes Sensorelement 20c zeigt die Fig. 10a, das mit radial nach außen gerichteten Verbindungskabel 19 versehen ist. Aus der Fig. 10b ist eine Axialscheibe 27 entnehmbar, bei der das ebenfalls axial angefügte Sensorelement 20d radial von einem mit der Axialscheibe 27 verbundenen Ansatz umschlossen ist.

Die Fig. 11a und 11b zeigen jeweils die Anordnung eines Sensorelementes 20e, 20f und einer axialen Ausnehmung 17 eingebracht in die Axialscheibe 27. Gemäß Fig. 11a ist das Sensorelement 20e im mittleren Bereich der Axialscheibe 27 eingebracht. Aus Fig. 11b ist die Anordnung des Sensorelementes 20f dargestellt, welches axial bis zur Umfangsfläche der Axialscheibe 27 reichend eingesetzt ist.

Die Fig. 12a bis 15b zeigen jeweils zwei Segmente, die axial zusammengefügt sind und die ein Sensorelement einschließen.

Fig. 12a zeigt das Zwischenglied 42, welches gebildet wird durch die Segmente 28, 29, die mit je einer gegen-

läufig angebrachten Abwinkelung versehen sind, die in Richtung des benachbarten Segmentes zeigen und an diesem anliegen. Die Abwinkelung bewirkt die Bildung eines kreisringförmigen Hohlraumes, in der das Sensorelement 20g eingefügt ist. Das Zwischenglied 43 gemäß Fig. 12b setzt sich zusammen aus dem Segment 28, das einseitig eine axiale Ausnehmung zur Aufnahme des Sensorelementes 20h aufweist, dem sich seitlich das Segment 29 in Form einer Axialscheibe anschließt.

Aus der Fig. 13a geht das Zwischenglied 44 hervor, bei dem das Segment 37 auf der radialen Innenseite eine Abwinkelung zum benachbarten Segment aufweist, die zur axialen Führung des Segmentes 38 dient. Eine Aussparung im Segment 37 dient zur Aufnahme des Sensorelementes 20i, das radial von der Abwinkelung des Segmentes 37 bis über die Mittenzzone des Segmentes 38 reicht. Bei dem Zwischenglied 45 in Fig. 13b weist das Segment 37 eine Abwinkelung im radial äußeren Bereich auf, die als Axialführung des Segmentes 38 dient, welche als durchgehende Axialscheibe ausgebildet ist. Von der Abwinkelung des Segmentes 37 ausgehend radial nach innen gerichtet, ist in einer kreisringförmigen Ausnehmung das Sensorelement 20j eingesetzt.

Die Fig. 14a, 14b zeigen die Zwischenglieder 46, 47, in die Sensorelemente 20k, 20l eingesetzt sind, deren axiale Anlagefläche übereinstimmt mit der der Segmente 38. In beiden Abbildungen ist das Segment 38 mit dem zugehörigen Sensorelement 20k, 20l auf dem Schenkel des abgewinkelten benachbarten Segmentes 37 geführt. Die Abwinkelung ist dabei in Fig. 14a an dem nach innen gerichteten Ende und in Fig. 14b an dem nach außen gerichteten Ende angeordnet.

Aus der Fig. 15a gehen zwei im Querschnitt L-förmig gestaltete Segmente 37, 38 hervor, die radial versetzt und entgegengesetzt zusammengefügt sind, zur Bildung einer gegenseitigen Axialführung, wobei die Segmente 37, 38 das Sensorelement 20m einschließen und gemeinsam das Zwischenglied 48 bilden.

In Fig. 15b ist das Zwischenglied 49 abgebildet, bei dem das Sensorelement 20l ausschließlich in einer radialen Ausnehmung im Segment 37 eingefügt ist. Das benachbarte Segment 38 ist auf dem Außenumfang mit einer das Segment 37 überdeckenden Abwinkelung versehen.

In Fig. 16 ist die Lagerung einer Welle 4 im Gehäuse 3 dargestellt, wobei die Lagerung das Radiallager 8 und das Axiallager 7 umfaßt. Zur Axialkraftbestimmung ist das Sensorelement 20o eingesetzt, das als kreisringförmige Axialscheibe ausgeführt ist und das an der Schulter 39 der Welle 4 anliegt. Zwischen den Wälzkörpern 9 des Axiallagers 7 und dem Sensorelement 20o ist die Axialscheibe 27 eingesetzt, welche mit einer in die Schulter 39 reichenden Verdrehsicherung 16 versehen ist.

Als eine Alternative zu dem in Fig. 16 eingesetzten Sensorelement 20o zeigt Fig. 17 ein zwischen dem Lagergehäuse 11 und dem Gehäuse 3 eingesetztes Sensorelement 20p.

In Fig. 18 ist ein mit dem Gehäuse 3 rotierendes Sensorelement 20o abgebildet. Zur Signalübertragung vom Sensorelement 20g zu den Verbindungsleitungen 19 dient der Schleifringkontakt 21. Die Radial- und Axiallagerung zwischen der Achse 5 und dem Gehäuse 3 entspricht ansonsten der in den Fig. 16, 17 gezeigten Lösungen.

Die sektionsweise im Außenring 14 oder im Innenring 13 eingebrachten Sensorelemente 30a, 30b zeigen die Fig. 19 und 20. Die Sensorelemente sind dabei die Außenkontur des Radiallagers 8 nicht überschreitend in

den Lagerringen eingefügt und können sich dabei über die gesamte axiale Breite des Radiallagers 8 erstrecken oder auch örtlich in die Tragfläche eingelassen sein. Vorzugsweise ist die Anordnung der Sensorelemente 30a bzw. 30b so vorgesehen, daß gleiche Winkelfenster "α" über den Umfang des Radiallagers 8 abgedeckt werden. Erfindungsgemäß bietet es sich an, das wechselweise Sensorelemente 30a, 30b mit gleichen Winkelfenstern vorgesehen sind, die in einem Radiallager 8 eingefügt werden.

Bezugszeichen

- 3 Gehäuse
- 4 Welle
- 5 Achse
- 7 Axiallager
- 8 Radiallager
- 9 Wälzkörper
- 10 Sensorelement (axial)
- 11 Lagergehäuse
- 12 Kraftmeßdose
- 13 Innenring
- 14 Außenring
- 16 Drehsicherung
- 17 Ausnehmung
- 18 Zwischenglied
- 19 Verbindungskabel
- 20 Sensorelement (radial)
- 21 Schleifringkontakt
- 22 Segment
- 23 Segment
- 24 Zwischenglied
- 25 Buchse (innen)
- 26 Buchse (außen)
- 27 Axialscheibe
- 28 Segment
- 29 Segment
- 30 Sensorelement
- 31 Bügel
- 32 Überlappung
- 33 Überlappung
- 34 Axialscheibe
- 35 Axialscheibe
- 36 Spalt
- 37 Segment
- 38 Segment
- 39 Schulter
- 42 Zwischenglied
- 43 Zwischenglied
- 44 Zwischenglied
- 45 Zwischenglied
- 46 Zwischenglied
- 47 Zwischenglied
- 48 Zwischenglied
- 49 Zwischenglied

Patentansprüche

1. Wälzlager ausgebildet als Axial- oder Radiallager, versehen mit zumindest einem Lagerring zur Führung von Wälzkörpern, das eine Kraftmeßeinrichtung aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Lagerring unmittelbar oder das Wälzlager mittelbar über ein Zwischenglied mit einem Sensorelement (10a bis 10l; 20a bis 20o; 30a, 30b), ausgebildet als eine alle Arten von Kraftbeaufschlagungen erfassende Kraftmeßfolie, in Verbindung steht.

2. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftmeßfolie zwei zusammengefügte Polymerlagen umfaßt, wobei eine Polymerlage mit Elektroden und die weitere mit einem Widerstand bestückt sind.
3. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein in einen Innenring (13) oder Außenring (14) eingelassenes Sensorelement (10a bis 10h) Anwendung findet.
4. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Zwischenglied eine Axialscheibe (27) Anwendung findet, die zwischen einem Axiallager (7) und dem Sensorelement (20o) eingesetzt ist.
5. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Außenring (14) und einem Gehäuse (3) oder zwischen einem Innenring (13) und einer Welle das Sensorelement (10i, 10k, 10l) angeordnet ist.
6. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine den Außenring (14) radial umschließende, das Sensorelement (10i) führende Buchse (26) vorgesehen ist.
7. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine zwischen dem Innenring (13) und der Welle (4) oder einer Achse (5) eingesetzte Buchse (25) vorgesehen ist.
8. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sektionsweise radial auf dem Innenring (13) oder dem Außenring (14) Sensorelemente (30a, 30b) angeordnet sind.
9. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine aus Axialscheiben (34, 35) gebildete Kraftmeßdose (12) vorgesehen ist, in die das Sensorelement (20a, b) integriert ist.
10. Wälzlager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in eine Ausnehmung einer Axialscheibe (27) das Sensorelement eingefügt ist.
11. Wälzlager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein gegen Verdrehen gesichertes Zwischenglied eingesetzt ist, das mit dem Sensorelement in Verbindung steht.
12. Wälzlager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein aus den Segmenten (28, 29) zusammengefügt, das Sensorelement (20g, 20h) einschließendes Zwischenglied (42, 43) Anwendung findet.
13. Wälzlager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein die Segmente (37, 38) aufweisendes, das Sensorelement (20i bis 20n) einschließendes Zwischenglied (44 bis 49) eingesetzt ist, wobei zumindest ein Segment vom benachbarten Segment radial geführt und zumindest ein Segment axial verschiebbar ist.
14. Wälzlager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die das Sensorelement (20g, 20n) einschließenden Segmente (28, 29) nach Erreichen einer vorgegebenen Axialverschiebung zur Anlage kommen.
15. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Segmente und das Sensorelement vorgespannt, kraftschlüssig in Verbindung stehen.
16. Wälzlager, ausgebildet als Axial- oder Radiallager, versehen mit zumindest einem Lagerring zur Führung von Wälzkörpern, das eine Kraftmeßeinrichtung aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Sensorelement eingesetzt ist, das neben einer Meßwertaufnahme weiter mit einer Meßwertaufberei-

tung versehen ist.

17. Wälzlager nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Sensorelement mit einem Mikroprozessor eine Einheit bildet.

18. Wälzlager nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß zur Meßwertübertragung zwischen dem Sensorelement und einer Meßwertaufbereitung Verbindungskabel(19) vorgesehen sind.

19. Wälzlager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein sich drehendes Sensorelement (10k, 20g) eingesetzt ist, wobei die Verbindungskabel (19) über einen Schleifkontakt (21) verfügen.

20. Wälzlager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine berührungslose Übertragung der vom Sensorelement (10a bis 10l; 20a bis 20g; 30a, 30b) ausgelösten Signale vorgesehen ist.

21. Wälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Sensorelement (10a bis 10l, 20a bis 20g, 30a, 30b) lose oder fest in eine Nut oder Ausnehmung im Lagerring oder im Zwischenglied eingefügt ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1a

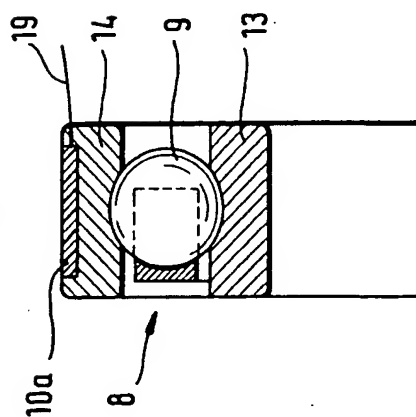


Fig. 1b

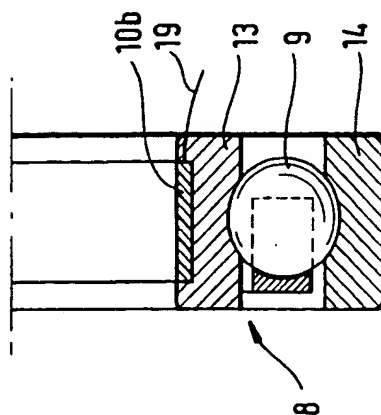


Fig. 2a

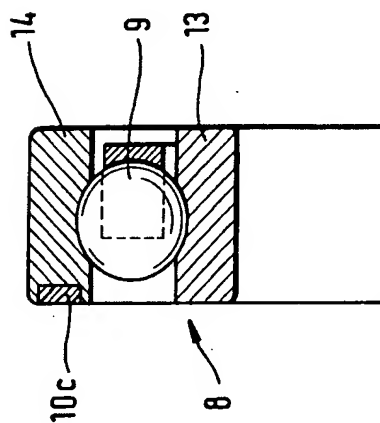


Fig. 2b

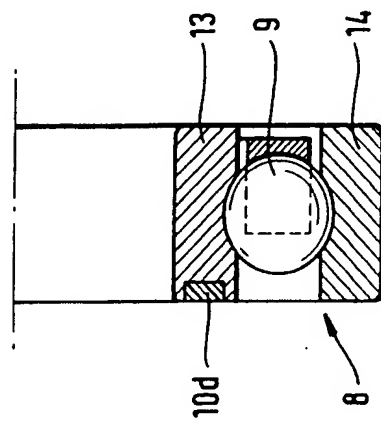


Fig. 3a

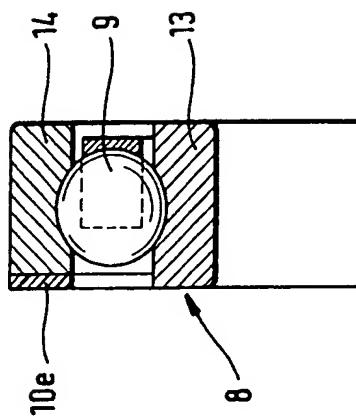
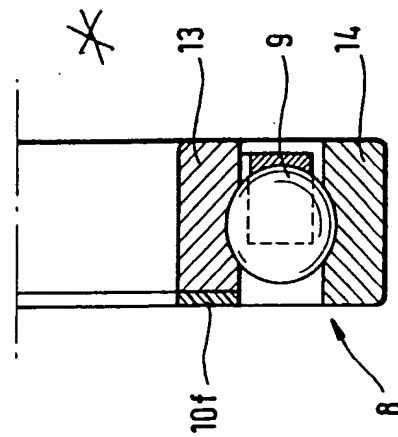


Fig. 3b



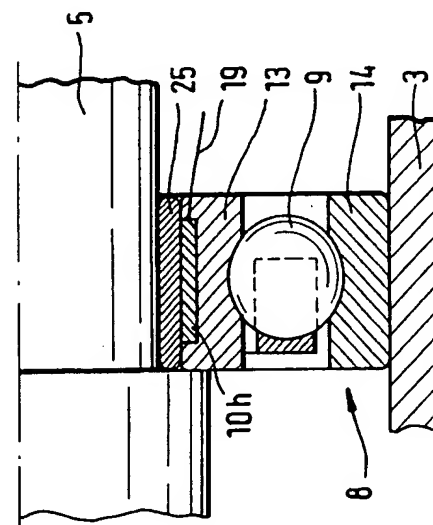
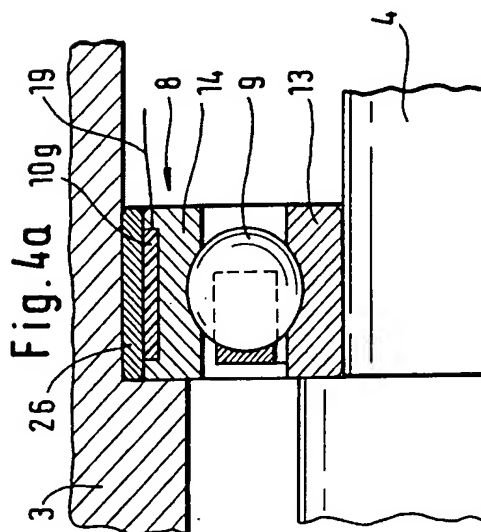
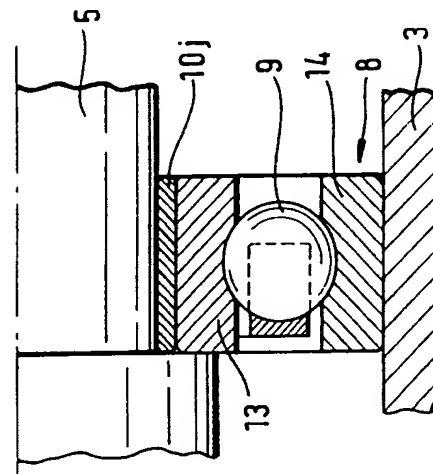
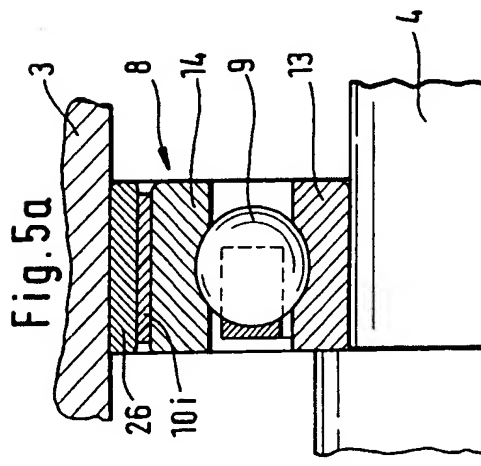
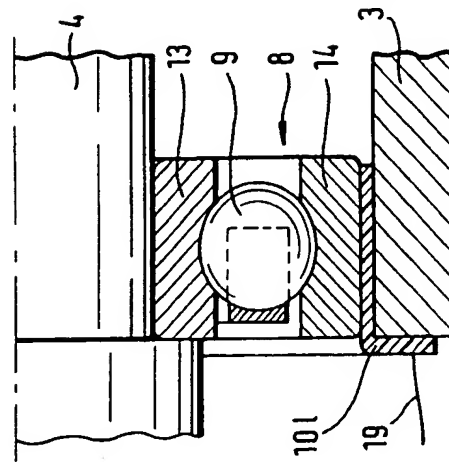
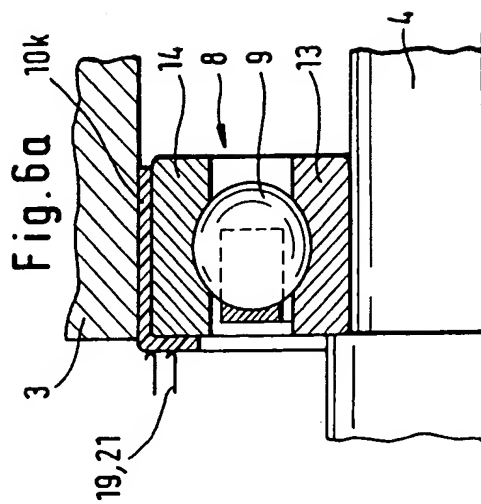


Fig. 7

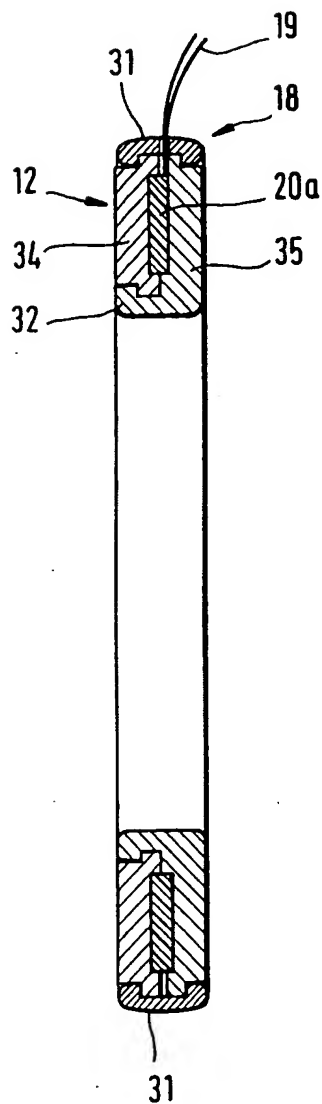


Fig. 8

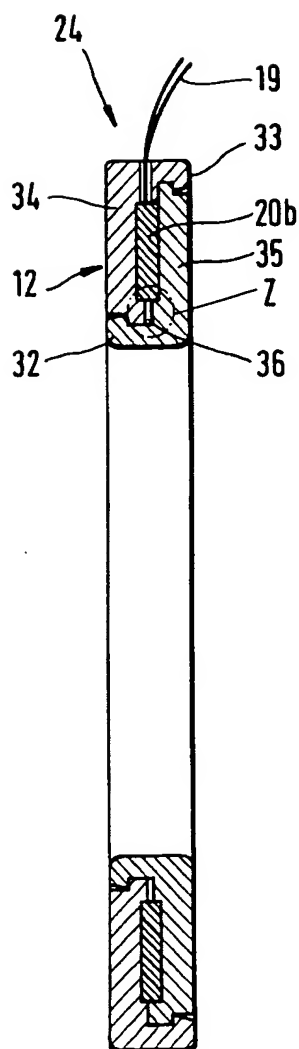


Fig. 9

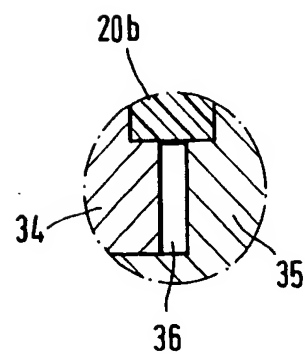


Fig. 10a

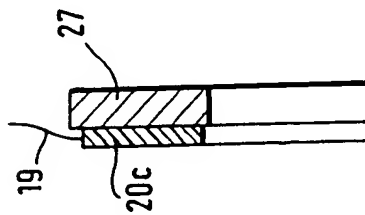


Fig. 11a

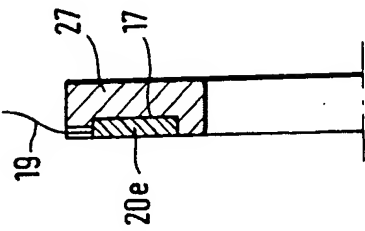


Fig. 12a

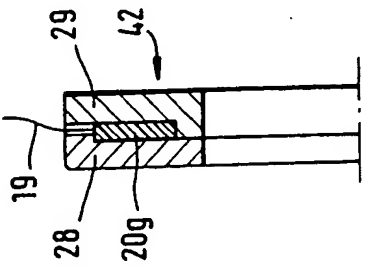


Fig. 13a

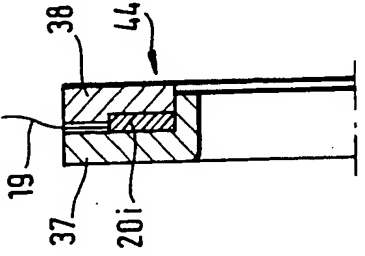


Fig. 14a

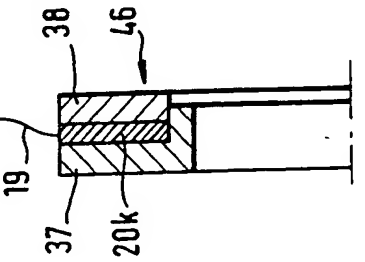


Fig. 15a

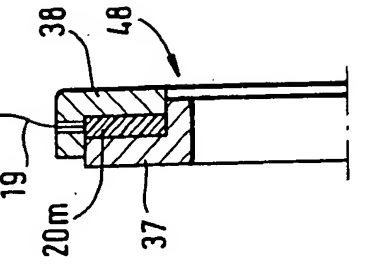


Fig. 10b

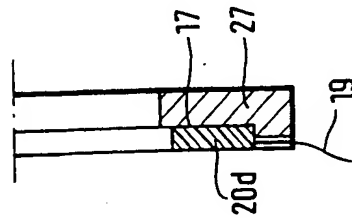


Fig. 11b

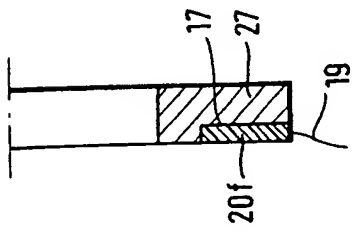


Fig. 12b

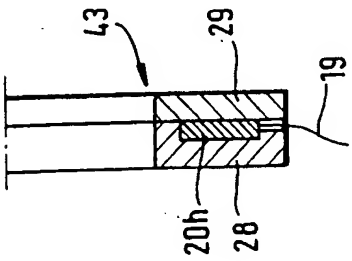


Fig. 13b

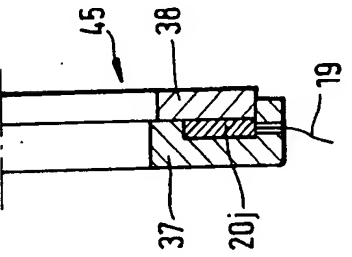


Fig. 14b

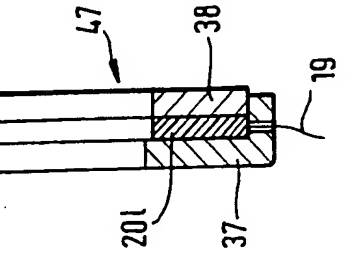


Fig. 15b

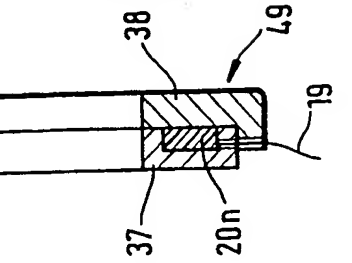


Fig. 16

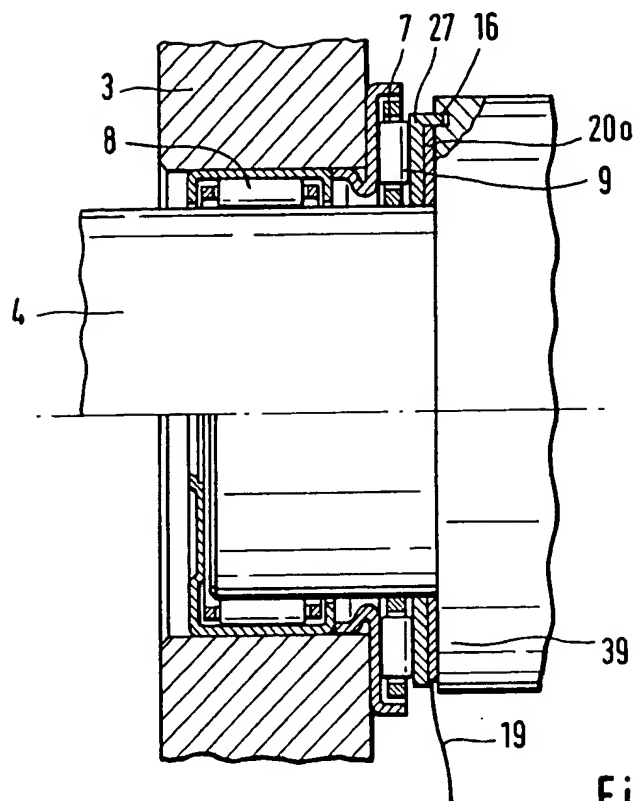


Fig. 17

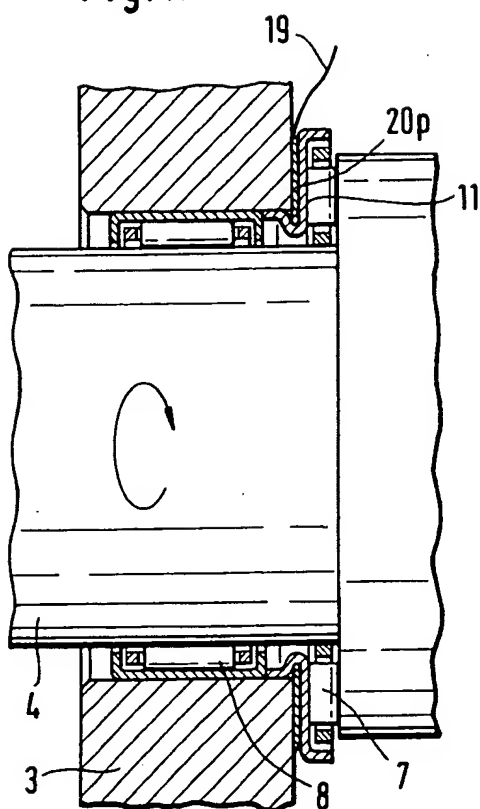


Fig. 18

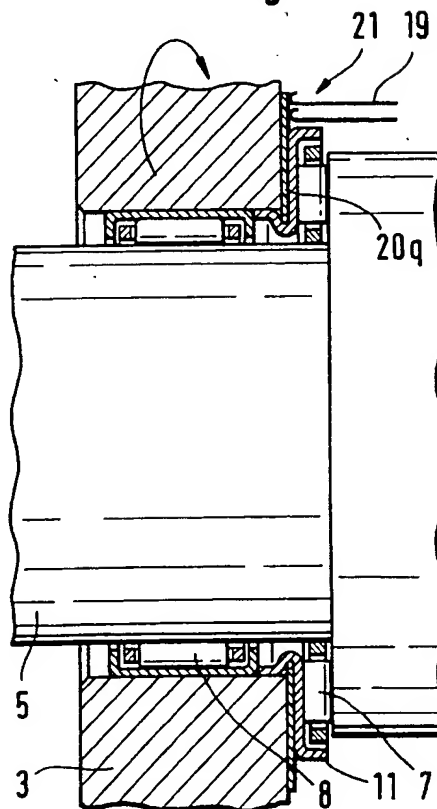


Fig. 19

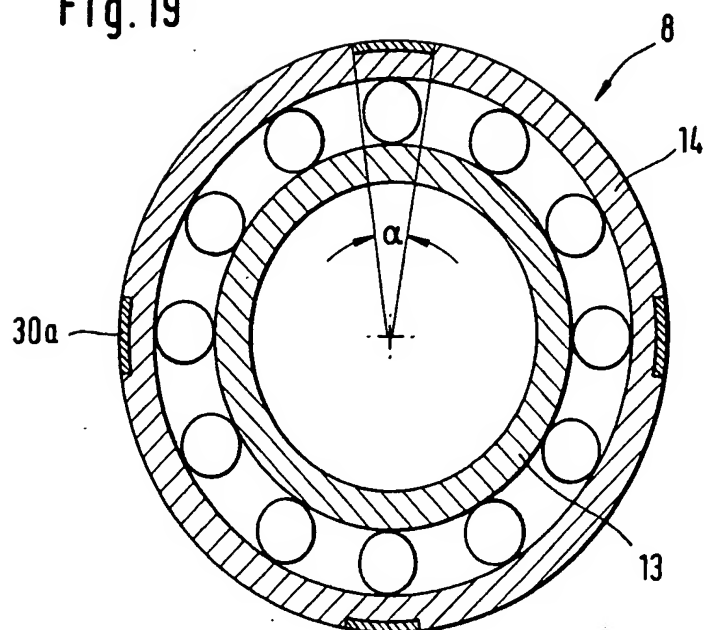


Fig. 20

